

**(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG**

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Februar 2004 (26.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/016967 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16F 9/504

(74) **Anwalt: GRAALFS, Edo**; Neuer Wall 41, 20354 Hamburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008953

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. August 2003 (12.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 36 963.1 13. August 2002 (13.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): TUHH TECHNOLOGIE GMBH [DE/DE]; Harburger Schlossstr. 6-12, 21079 Hamburg (DE).

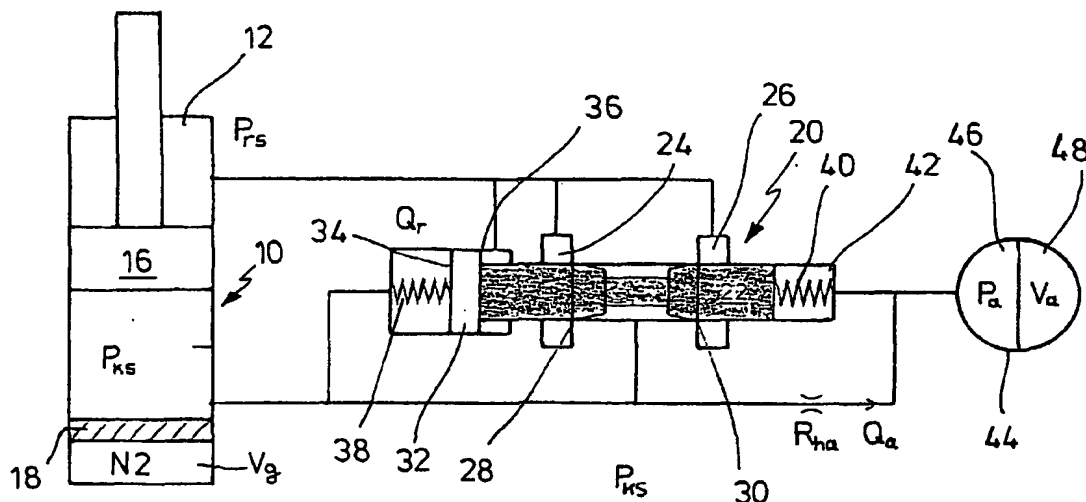
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAIP-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROLLABLE PISTON VALVE AND/OR FLAP VALVE FOR A VIBRATION DAMPER

(54) Bezeichnung: STEUERBARES KOLBENVENTIL UND/ODER BODENVENTIL FÜR EINEN SCHWINGUNGSDÄMPFER



(57) Abstract: The invention relates to a controllable piston valve for a vibration damper in a piston/cylinder arrangement with the following features: a piston valve body which controls the flow cross-section, operated by a control piston embodied as a differential piston, the opposed working surfaces of which are pressurised with the pressure for the piston and annular chamber of the cylinder. The control piston and/or the piston valve body are additionally loaded against the greater effective surface with the pressure from a pressure source. The pressure is generated by the combination of a fluid resistance and a fluid capacity, which is supplied from the pressure in the piston or annular chamber of the cylinder.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/016967 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Steuerbares Kolbenventil für einen Schwingungsdämpfer in Kolbenzylinderanordnung mit den folgenden Merkmalen: ein den Durchströmquerschnitt steuerndes Kolbenventilglied wird von einem als Differentialkolben ausgebildeten Steuerkolben betätigt, dessen entgegengesetzt gerichtete Wirkflächen mit dem Druck von Kolben und Ringraum des Zylinders beaufschlagt werden, der Steuerkolben und/oder das Kolbenventilglied wird entgegen der grösseren Wirkfläche zusätzlich mit dem Druck einer Druckquelle belastet, die von der Kombination eines fluidischen Widerstands und einer fluidischen Kapazität gebildet und die vom Druck im Kolben- oder Ringraum des Zylinders gespeist ist.

Steuerbares Kolbenventil und/oder Bodenventil für einen Schwingungsdämpfer

Die Erfindung bezieht sich auf ein steuerbares Kolbenventil und/oder ein steuerbares Bodenventil nach den Patentansprüchen 1 und 5.

Wenn nachstehend von einem Kolbenventil gesprochen wird, dann ist sowohl eine Ventilanordnung im Kolben eines Schwingungsdämpfers in Kolbenzylinderbauweise gemeint als auch ein externes Ventil, das Kolben- und Ringraum der Kolbenzylinderanordnung wahlweise miteinander verbindet.

Schwingungsdämpfer, insbesondere für Automobile, bestehen bekanntlich aus der parallelen oder Serienanordnung eines Dämpfungsgliedes und einer Feder. Bei Dämpfungsgliedern in Form einer Kolbenzylinderanordnung unterscheidet man generell zwischen Einrohr- und Zweirohrdämpfern. Bei Einrohrdämpfern ist im Kolben der Kolbenzylinderanordnung eine Ventilanordnung vorgesehen, die in beiden Richtungen den Durchgang des Mediums drosselt und im Kolbenraum ein separates Speichervolumen angeordnet, das im Druckbetrieb des Schwingungsdämpfers komprimiert wird. Bei einem Zweirohrdämpfer wird ein Speichervolumen im Zwischenraum zwischen einem Innen- und einem Außenraum gebildet, und die Verbindung zwischen diesen Räumen erfolgt über ein sogenanntes Bodenventil. Das Bodenventil wirkt z.B. im Druckbetrieb, indem es gedrosselt die Einströmung des Dämpfungsmediums in den Speicher zulässt, während im Zugbetrieb z.B. ein widerstandsarmes Einströmen vom Speicher in den Kolbenraum und eine Drosselung in einer Ventilanordnung im Kolben der Kolbendämpferanordnung erfolgt. Ein Bodenventil wird auch verwendet bei einem Dämpfungsglied in einer Plungerzylinderanordnung, bei der das Dämpfungsmedium über ein Bodenventil im Druckbetrieb in einen externen Speicher gedrückt wird, während es im Zugbetrieb aus dem externen Speicher über das Bodenventil in den Plungerraum zurückströmt. Statt eines Plungers kann auch ein Kolben verwendet werden, dessen Ringseite zur Atmosphäre hin offen ist.

- 2 -

Bei Automobilen bestimmt das Dämpfungsverhalten der Schwingungsdämpfer sowohl den Fahrkomfort als auch die Sicherheit, insbesondere bei Kurvenfahrten. Zwischen beiden angestrebten Eigenschaften besteht jedoch ein Konflikt. Wird der Schwingungsdämpfer für maximale Sicherheit ausgelegt, leidet der Komfort, weil der Schwingungsdämpfer hart reagiert. Wird hingegen der Komfort bevorzugt, leidet wegen eines weichen Dämpfungsverhaltens die Sicherheit. Es ist daher Aufgabe des Konstrukteurs, die Kennlinie eines Schwingungsdämpfers so auszulegen, daß im Hinblick auf Sicherheit und Fahrkomfort ein Kompromiß erreicht wird.

Es ist bekannt, Kolbenventile und/oder Bodenventile von Schwingungsdämpfern so auszulegen, daß ihr Durchströmquerschnitt während des Betriebs verändert werden kann. In diesem Zusammenhang ist auch bekannt, den Durchströmquerschnitt nach Maßgabe des Druckverhältnisses zwischen Kolben- und Ringraum zu steuern. Ein Schwingungsdämpfer hat bekanntlich die Aufgabe, der Beschleunigung einer Masse, etwa beim Fahrzeug des Fahrzeugaufbaus, entgegenzuwirken. Eine Steuerung des Durchströmquerschnitts in Abhängigkeit von der Druckdifferenz in einer Kolbenzylinderanordnung wird dieser Forderung jedoch nur teilweise gerecht, weil sie die Wirkung der Federkraft unberücksichtigt läßt.

Es ist auch bekannt, das jeweilige Verhalten, insbesondere die Beschleunigung eines Fahrzeugs in vertikaler oder auch in Querrichtung mit Hilfe von Sensoren zu messen und daraus Steuersignale für die Schwingungsdämpfer abzuleiten, um Fahrkomfort und Sicherheit zu optimieren. Derartige Schwingungsdämpfer bzw. die hierzu erforderlichen Steuerkomponenten sind jedoch außerordentlich aufwendig und auch störanfällig. Außerdem hat eine derartige Steuerung eine relativ geringe Eigenfrequenz.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Kolbenventil bzw. ein Bodenventil für einen Schwingungsdämpfer zu schaffen, dessen Durchströmquerschnitt

- 3 -

auf einfache Weise abhängig von der Beschleunigung der Masse geändert werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 5 gelöst.

Bei dem Kolbenventil nach Patentanspruch 1 wird ein den Durchströmquerschnitt steuerndes Kolbenventilglied von einem als Differentialkolben ausgebildeten Steuerkolben betätigt, dessen entgegengesetzte Wirkflächen mit dem Differenzdruck von Kolben- und Ringraum des Zylinders beaufschlagt werden. Der Steuerkolben wird außerdem entgegen der größeren Wirkfläche zusätzlich mit dem Druck einer Druckquelle (Ausgleichsdruckquelle) belastet, die von der Kombination eines fluidischen Widerstands und einer fluidischen Kapazität gebildet und die vom Druck im Kolben- oder Ringraum des Zylinders gespeist ist. Mag die Erfindung in erster Linie auch in hydraulischer Anwendung bevorzugt sein, ist die gasförmige Anwendung nichtsdestoweniger sinnvoll und praktikabel. Daher wird häufig der Oberbegriff „Fluid“ bzw. „fluidisch“ verwendet, um beide Anwendungsformen abzudecken.

Das beschriebene Kolbenventil wird in beiden Richtungen mit einem Steuerkolben gesteuert. Anstelle eines Stufenkolbens können zwei Steuerkolben mit je zwei Wirkflächen verwendet werden, die jeweils ein Ventilglied betätigen. Es ist auch möglich, für jede Durchströmrichtung jeweils ein Ventilglied vorzusehen, das jeweils von einem Differential-Steuerkolben betätigt wird.

Alternativ kann parallel zum beschriebenen ersten Kolbenventilglied ein zweites Kolbenventilglied angeordnet sein, das ebenfalls von einem Differentialkolben betätigt werden kann mit entgegengesetzt gerichteten Wirkflächen. Hierbei wird die Strömung des Dämpfungsmediums in zwei Ströme aufgeteilt, wobei ein Durchströmquerschnitt die Druckdifferenz am Kolben des Schwingungsdämpfers berücksichtigt und der andere die Feder abbildet.

Wenn vor- und nachstehend von Kolbenventil oder Kolbenventilschieber gesprochen wird, soll dies auch Ventile und Schieber einschließen, die mit andersartigen Ventilgliedern und Betätigungen arbeiten, z.B. Drehschieber.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung kann das erfindungsgemäße Ventil von einem Zweiwegeventil mit einem einteiligen Ventilschieber gebildet sein, der zwei Steuerflächen oder -kanten aufweist, wobei der Kolbenventilschieber zusätzlich von dem Druck der Ausgleichsdruckquelle beaufschlagt ist. Der einteilige Ventilschieber kann für eine Durchströmung in beiden Richtungen auch durch zwei einzelne Ventilschieber ersetzt werden. Zur Betätigung können glatte zylindrische Steuerkolben verwendet werden, wobei die Wirkflächen eines Steuerkolbens mit dem Kolben bzw. dem Ringraum verbunden sind. Die Wirkflächen des anderen Steuerkolbens sind mit dem Kolbenraum und der Ausgleichsdruckquelle verbunden. Dabei entspricht die Wirkung des ersten Ventilglieds auf den Durchströmquerschnitt der Dämpferkraft und die des zweiten der Federkraft. Diese Ausführung ist wegen der einfachen Kolben bzw. Schieber technisch besonders unaufwendig.

Erfindungswesentlich ist, daß mit einem derartigen Kolbenventil der Durchströmquerschnitt in Abhängigkeit von der jeweiligen Massebeschleunigung gesteuert wird. Die beschriebenen Wirkflächen am Steuerkolben sind daher derart zu bemessen, daß die Dämpferkraft des Dämpfungsgliedes einerseits und die Federkraft der Dämpferfederanordnung andererseits entsprechend berücksichtigt sind.

Da die Ventilglieder bzw. das einteilige Ventilglied des erfindungsgemäßen Kolbenventils sehr klein bauen können und eine geringe Masse haben, ist es möglich, mit der erfindungsgemäßen Steuerung des Durchströmquerschnitts sehr hohe Frequenzen zu realisieren. Dies im Gegensatz zu elektronischen Lösungen, welche mit kleineren Frequenzbereichen zu arbeiten gezwungen sind.

Die aus der fluidischen Kapazität und dem fluidischen Widerstand gebildete Druckquelle stellt eine Art Siebglied dar, das Druckschwankungen des zufließenden oder abfließenden Ölstroms glättet bzw. verringert. Zur Realisierung kann als fluidischer Widerstand eine kleine Blende vorgesehen werden und als fluidische Kapazität ein Druckspeicher, der z.B. durch eine Membran von einem Druckluftvolumen getrennt ist.

Das steuerbare Bodenventil nach Patentanspruch 5 weist ein den Durchströmquerschnitt steuerndes Bodenventilglied auf, das von einem als Stufenkolben ausgebildeten Steuerkolben betätigt wird. Der Stufenkolben weist eine erste Wirkfläche auf, die mit dem Druck des Kolbenraums oder des Plungerraums der Kolbenzylinderanordnung beaufschlagt ist. Eine zweite Wirkfläche, welche mit der ersten gleichgerichtet ist, wird mit dem Druck des Speichers beaufschlagt, der über das Bodenventil vom Kolbenraum aus mit dem Dämpfungsmedium gespeist wird. Eine dritte, der ersten und zweiten Wirkfläche entgegengesetzte Wirkfläche wird wiederum mit dem Druck einer Ausgleichsdruckquelle beaufschlagt, die von der Kombination eines fluidischen Widerstands und einer fluidischen Kapazität gebildet ist. Diese Ausgleichsdruckquelle wird gespeist entweder vom Druck im Kolbenraum oder vom Druck des Speichers.

Zu dem Bodenventil nach den obigen Merkmalen gilt das gleiche, was bereits zum Kolbenventil ausgeführt wurde. Es ist in der Lage, den Durchströmquerschnitt nach Maßgabe der Massebeschleunigung einzustellen. Die Auslegung der Wirkflächen berücksichtigt den Einfluß der Dämpferfeder und des Dämpfungsgliedes in Form der Kolbenzylinder- oder der Plungeranordnung.

Mit Hilfe des beschriebenen Bodenventils läßt sich in einer Richtung eine beschleunigungsabhängiger Drosselung des Dämpfungsmediums vornehmen. In der entge-

- 6 -

engesetzten Richtung kann ein herkömmliches Ventil verwendet werden oder auch ein Rückschlagventil je nachdem, wie das Kolbenventil ausgeführt wird, worauf weiter unten noch eingegangen wird. Es kann jedoch zweckmäßig sein, das Bodenventil mit einem einteiligen Ventilschieber auszustatten, der zwei Steuerflächen oder -kanten aufweist für die Steuerung des Durchströmquerschnitts in beiden Strömungsrichtungen. Es versteht sich, daß eine derartige Ventilanordnung auch aufgeteilt werden kann, indem zwei Steuerventilglieder durch jeweils einen getrennten Stufenkolben betätigt werden, wobei jedes Ventilglied zusätzlich mit dem Ausgleichsdruck der zusätzlichen Druckquelle belastet wird.

Wie schon erwähnt, ist bei einem Einrohrstoßdämpfer zweckmäßig, beide Strömungswege für Druck- und Zugbetrieb in der erfindungsgemäßen Weise zu drosseln. Bei einem Zweirohrdämpfer müssen sowohl im Kolben als auch im Bodenventil beide Durchströmrichtungen zugelassen sein. Daher ist denkbar, für z.B. den Druckbetrieb das Bodenventil in erfindungsgemäßer Weise auszuführen und für den Zugbetrieb ein Rückschlag- oder Sperrventil vorzusehen, das im Zugbetrieb öffnet. Für diesen Fall ist dann das Kolbenventil erfindungsgemäß ausgeführt, während es für den Druckbetrieb ein herkömmliches Rückschlag- oder Sperrventil vorsieht, das im Druckbetrieb öffnet. Ferner ist möglich, eine beschleunigungsabhängige Drosselung des Durchströmquerschnitts und damit der Dämpfung bei einem Zweirohrdämpfer allein im Kolben vorzusehen, während das Bodenventil als herkömmliches Ventil, z.B. Plattenventil ausgeführt ist, das seinen Durchströmquerschnitt in Abhängigkeit von der Druckdifferenz von Kolben- und Speichervolumen des Ringraums einstellt. Schließlich ist bei Zweirohrdämpfern auch denkbar, im Zug- und/oder Druckbetrieb jeweils das Kolbenventil und das Bodenventil in erfindungsgemäßer Weise auszuführen und somit die Dämpfung für beide Richtungen auf beide Ventile aufzuteilen. So kann z.B. eine Aufteilung im Verhältnis von 80:20 erfolgen, wobei die größere Dämpfung im Kolbenventil stattfindet. Bei einer derar-

tigen Ausführung wird jedoch ein widerstandsarmes Rückströmen im Kolbenventil oder im Bodenventil naturgemäß nicht erreicht.

Schließlich ist auch denkbar, den gedrosselten Mengenstrom im Kolbenventil aufzuteilen und über getrennte Ventile zu führen, bevor der Mediumstrom wieder vereinigt wird. Dies kann mit Hilfe von Steuerventilen erreicht werden, auf deren Ventiltglieder eine Differenzkraft aufgebracht wird, die zum einen aus dem Differenzdruck von Kolbenraum und Ringraum der Kolbenzylinderanordnung gebildet ist und zum anderen aus dem Differenzdruck von Kolbenraum und zusätzlicher Ausgleichsdruckquelle. Eine solche Aufteilung hätte den Vorteil, daß die Ventiltglieder kleiner bauen und daher möglicherweise besser im Dämpferkolben unterzubringen sind.

Der Strömungsquerschnitt des fluidischen Widerstands ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung veränderbar. Die Veränderung kann z.B. in Abhängigkeit davon erfolgen, ob die Dämpferanordnung sich im Druck- oder Zugbetrieb befindet. Im Zugbetrieb wird z.B. eine andere Dämpfung verlangt als im Druckbetrieb. Es ist aber auch denkbar, den Durchströmquerschnitt nach Maßgabe des Lenkwinkels und/oder der Bremspedalbetätigung bei einem Fahrzeug zu steuern.

Eine Veränderung des Durchströmquerschnitts kann z.B. mit Hilfe eines Magnetventils erfolgen, das vorzugsweise einer konstanten Drossel parallel geschaltet ist. Ein Magnetventil erfordert jedoch eine elektrische Leitung, die gegebenenfalls in das Innere der Kolbenzylinderanordnung des Dämpfers geführt werden muß.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sollen nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Schaltungsbeispiel eines Kolbenventils nach der Erfindung.

- Fig. 2 zeigt eine andere Ausführungsform eines Kolbenventils nach der Erfindung für nur eine Strömungsrichtung.
- Fig. 2a zeigt eine alternative Ausführungsform zu Fig. 2.
- Fig. 3 zeigt schematisch die Schaltung für ein Bodenventil nach der Erfindung.
- Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsform eines Bodenventils nach der Erfindung für nur eine Strömungsrichtung.
- Fig. 5 zeigt eine beschleunigungsproportionale Verstellung eines Ventils mit einem Stufenkolben für ein Kolbenventil.
- Fig. 6 zeigt äußerst schematisch die Aufteilung eines Stufenkolbens in zwei separate glatte Kolben.
- Fig. 7 zeigt schematisch die Kombination eines hydraulischen Widerstands und einer hydraulischen Kapazität für die Ventile der Fign. 1 bis 4.
- Fig. 8 zeigt ein Konfliktdiagramm von zwei Dämpferkennlinien.
- Fig. 9 zeigt im Schnitt einen Zweirohrdämpfer mit einer Ventilanordnung nach der Erfindung.
- Fig. 10 zeigt ein Schaltbild nach der Erfindung für einen Zweirohrdämpfer.

Alle beschriebenen Ausführungsformen zeigen eine hydraulische Anwendung. Die Erfindung ist darauf nicht beschränkt.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Einrohrschwingungsdämpfer 10 mit einem Ringraum 12 und einem Kolbenraum 14, welche durch einen Kolben 16 voneinander getrennt sind. Ein weiterer frei schwimmender Kolben 18 trennt den Kolbenraum 14 von einem Speichervolumen V_g , in dem sich z.B. Stickstoff unter einem vorgegebenen Druck befindet. Eine derartige Anordnung ist allgemein bekannt. In Fig. 1 ist ferner ein Zweiwegeventil 20 zu erkennen, von dem in erster Linie ein einteiliger Ventilschieber 22 dargestellt ist. Zwei beabstandete Ringnuten 24, 26 des nicht näher dargestellten Ventilgehäuses sind ständig mit dem Ringraum verbunden. Mit den Nuten 24, 26 wirken Steuerkanten 28, 30 des Ventilschiebers 22 zusammen. Im eingeschnürten Bereich des Ventilschiebers 20 ist eine Verbindung zum Kolbenraum 14 hergestellt. Ein Steuerkolben 32 in Form eines Stufenkolbens ist mit dem Ventilschieber 22 verbunden. Seine größere Wirkfläche 34 wird vom Druck des Kolbenraums 14 beaufschlagt. Eine kleinere Wirkfläche 36 wird vom Druck des Ringraumes 12 beaufschlagt. Auf den Steuerkolben 32 wirkt eine Feder 38 und auf das rechte Ende des Ventilschiebers wirkt eine Feder 40. Die Federn 38, 40 sind so ausgelegt, daß der Ventilschieber bei statischem Gleichgewicht am Schwingungsdämpfer 10 in der gezeigten Neutralstellung ist.

Mit einem rechten Ventilraum 42 des Zweiwegeventils 20 ist ein Druckausgleichsspeicher 44 verbunden. Ein erster Speicherraum 46 ist durch eine Membran von einem zweiten Speicherraum 48 getrennt. Im letzteren befindet sich ein Gasvolumen unter Druck. Der Speicherraum 46 ist mit dem Ventilraum 42 verbunden und wirkt auf die rechte Stirnfläche des Ventilschiebers 22. Mit der Verbindung zwischen Speichervolumen 46 und Ventilraum 42 ist der Kolbenraum 14 verbunden, und zwar über einen hydraulischen Widerstand R_{ha} . Dieser hydraulische Widerstand zusammen mit dem Ausgleichsspeicher 44, der eine hydraulische Kapazität darstellt, bildet ein hydraulisches Siebglied.

Die üblicherweise bei einem Schwingungsdämpfer parallel angeordnete Dämpferfeder ist nicht dargestellt.

Im Druckstufenbetrieb wird der Kolbenraum 14 unter Druck gesetzt. Am Steuer- oder Stufenkolben, der als Differentialkolben ausgebildet ist, stellt sich ein Differenzdruck ein, der den Ventilschieber 22 nach rechts verstellt, so daß Medium aus dem Kolbenraum 14 in die Nut 26 und von dort in den Ringraum 12 fließen kann. Da das verdrängte Volumen größer ist als das, das der Ringraum 12 aufnehmen kann, erfolgt eine Volumenvergrößerung des Kolbenraums 14 durch Nachgeben des Speichervolumens V_g .

Einer Verstellung des Ventilschiebers 22 wirkt jedoch nicht nur der Druck im Ringraum 12 entgegen, sondern auch der Druck, der durch den Ausgleichsspeicher 44 aufgebaut wird und der abhängig ist vom Druck im Kolbenraum 14. Die Wirkflächen 34, 36 des Steuerkolbens 32 und die rechte Wirkfläche des Ventilschiebers 22 sind zusammen mit dem hydraulischen Siebglied so ausgelegt, daß sowohl die Dämpferkraft des Schwingungsdämpfers 10 als auch die Federkraft der nicht gezeigten Dämpferfeder berücksichtigt sind. Es ist daher möglich, den Durchströmquerschnitt durch das beschriebene Kolbenventil nach Maßgabe der Massebeschleunigung einzustellen und somit die Dämpfung abhängig von der Massebeschleunigung zu variieren. Für den Zugbetrieb erfolgt eine Verstellung des Ventilschiebers 22 nach links, so daß das Medium aus dem Ringraum über die Nut 24 und die Steuerkammer 28 in den Kolbenraum 14 gelangt.

In Fig. 2 ist ein Kolbenventil 20a dargestellt, das teilweise ähnliche Komponenten wie das Kolbenventil 20 nach Fig. 1 aufweist. Daher werden gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Ein Ventilglied oder Ventilschieber 22a weist nur eine Steuerkante 28a auf, die mit einer Nut 24a zusammenwirkt. Die Nut 24a ist mit dem Kolbenraum des nicht gezeigten Schwingungsdämpfers verbunden, der wie der Schwingungsdämpfer 10 nach Fig. 1 ausgebildet sein kann. Ein Ventilraum 31 ist mit dem Ringraum des Schwingungsdämpfers verbunden. Ein mit dem Schieber 22a verbundener Kolben 33 dichtet einen Ventilraum 35 nach rechts ab, der von einer Feder 40 beaufschlagt ist und der in gleicher Weise mit einem Speichervolumen verbunden ist, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Ein derartiges Kolbenventil 20a kann verwendet werden, um in der einen Strömungsrichtung im Schwingungsdämpfer eine beschleunigungsabhängige Dämpfung zu erzielen. In der anderen Richtung kann ein herkömmliches Ventil verwendet werden. Das Ventil 20a kann jedoch auch zweimal vorgesehen sein, indem das Ventil nach Fig. 1 in zwei Ventile aufgeteilt wird, von denen jedes in der beschriebenen Art und Weise betätigt wird. Bei einer Verstellung des Schwingungsdämpfers entgegengesetzt zur Darstellung nach Fig. 2, also im Druckbetrieb, müßte dann das entsprechende Ventilglied 22a in die entgegengesetzte Richtung verstellt werden, um ein Durchströmquerschnitt freizugeben.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 2a wirkt eine Steuerkante 28b eines Ventilschiebers 22b mit einer Nut 24b zusammen. Die Nut 24b ist mit dem Kolbenraum des nicht gezeigten Schwingungsdämpfers nach Fig. 1 verbunden. Der Steuerschieber 22b bildet die Wirkfläche 34 (siehe Fig. 1 und 2), die einem Abschnitt einer durchgehenden Bohrung von gleichem Durchmesser zugekehrt ist und in der eine Feder 38 angeordnet ist. Ein weiterer Kolbenabschnitt 33b des Schiebers 22b hat eine Wirkfläche, die einem Bohrungsabschnitt 35b zugekehrt ist, der mit der Druckquelle 44 in Verbindung steht. Außerdem steht sie in Verbindung mit dem Kolbenraum des Schwingungsdämpfers 10 nach Fig. 1 über den hydraulischen Widerstand R_{ha} . Ein Ventilraum 31b zwischen den Kolbenabschnitten des Schiebers 22b ist in Verbindung mit einer Ringnut 24b, die mit dem Ringraum des Schwingungsdämpfers 10 in Fig. 1 verbunden ist. Der Ventilraum 31b ist über Bohrungen, von denen eine bei

- 12 -

200 gezeigt ist, mit einer mittigen, inneren, axialen Bohrung 202 verbunden, in der sich ein Kolbenabschnitt 204 befindet, der den Bohrungsabschnitt auf der rechten Seite abdichtet. Dadurch ist die entgegengesetzt gerichtete zweite Wirkfläche 36 wirksam. Der Kolbenabschnitt 204 ist mit einer zylindrischen Scheibe 206 verbunden, die fest im Bohrungsabschnitt angebracht ist. Sie weist mehrere achsparallele Durchbohrungen 206 auf, damit der Druck P_a auf die rechte Wirkfläche des Kolbenabschnitts 33b wirken kann.

Die Kolbenanordnung nach Fig. 2a wirkt auch als Differentialsteuerkolben, ist jedoch glatt in der Bohrung angeordnet und daher einfacher zu fertigen. Der Steuerschieber 22b wirkt hier als dämpfend in Zugrichtung des nicht gezeigten Schwingungsdämpfers, wobei das Medium vom Ringraum 12 über die Drosselkante 28b in den Kolbenraum 14 fließt. Im übrigen ist die Wirkungsweise die gleiche, wie zu den Fig. 1 und 2 beschrieben.

In Fig. 3 ist eine Plungerzylinderdämpferanordnung 50 schematisch dargestellt mit einem Plunger 52 und einem Zylinder 54. Bei Betätigung dieser Anordnung im Druckbetrieb wird das Medium aus dem Zylinder 44 in einen externen Speicher 56 gedrückt, und zwar über ein Bodenventil 58, das nachstehend beschrieben werden soll.

Das Bodenventil weist einen Ventilschieber 60 auf, der zwei Steuerkanten 62, 64 aufweist, die mit Ringnuten 66, 68 zusammenwirken. Die Ringnuten 66, 68 sind mit dem Speicher 56 verbunden, der, wie an sich bekannt, aus einem Speichervolumen V_g mit dem Druck P_g besteht. Im Speichervolumen V_g ist Speichergas unter einem vorgegebenen Druck eingeschlossen. Der Druck P_g ändert sich nach Maßgabe des Dämpferbetriebs. Der Ventilraum 70 zwischen den Steuerkanten 62, 64, der sich durch eine Einschnürung des Ventilschiebers 60 ergibt, ist mit dem Zylinderraum 54 verbunden.

Eine Steuerkolbenanordnung ergibt sich durch einen ersten Kolbenabschnitt 72, dessen Wirkfläche dem Druck im Zylinderraum 54 ausgesetzt ist. Eine zweite Wirkfläche 74, welche aus der Differenz des Kolbenabschnitts 72 und des linken Ventilschieberabschnitts gebildet ist, ist dem Druck P_g des Speichervolumens V_g ausgesetzt. Eine dritte Wirkfläche 76, die einem rechten Ventilraum 78 zugekehrt ist, ist dem Druck eines Druckausgleichsspeichers 80 ausgesetzt, der ein Speichervolumen V_a und einen Speicherdruck P_a aufweist, wobei das Speichervolumen V_a mit einem Gas unter vorgegebenen Druck gefüllt ist und das Volumen in Verbindung steht mit dem Speichervolumen V_g , und zwar über ein hydraulischen Widerstand R_{ha} . Der Ventilschieber 60 ist von gegenüberliegenden Seiten durch Federn belastet, die den Ventilschieber 60 in der gezeigten neutralen Position halten.

Wird der Plunger 52 in den Zylinderraum 54 hinein bewegt, erhöht sich der Druck im Zylinderraum 54 und es erfolgt auf diese Weise eine Verstellung des Ventilschiebers nach rechts, so daß Medium aus dem Zylinderraum 54 in den Speicher 56 fließen kann. Das Ausmaß der Verstellung des Ventilschiebers 60 und damit der Durchströmquerschnitt hängt von den auf die Wirkflächen 72, 74 und 76 wirkenden Druckkräften ab. Die Wirkflächen sind so ausgelegt, daß eine Abhängigkeit des Strömungsquerschnitts von der Massebeschleunigung erhalten wird. Im umgekehrten oder Zugbetrieb wirkt der Druck im Speicher 56 auf die Wirkfläche 74 und die Wirkfläche 76, so daß Speicherdämpfermedium in den Zylinderraum 54 zurückströmen kann.

Auch hier ist eine beschleunigungsabhängige Einstellung des Durchströmquerschnitts in beiden Strömungsrichtungen gewährleistet.

Es versteht sich, daß statt eines Plungerzylinders, wie er in Fig. 3 dargestellt worden ist, auch ein Kolben vorgesehen werden kann, der mit dem Kolbenraum 54 zusam-

menwirkt, wobei jedoch der Ringraum mit Atmosphäre verbunden ist. Schließlich kann jedoch das in Fig. 3 dargestellte Wegeventil 58 für ein Bodenventil in einem Zweirohrdämpfer verwendet werden, was jedoch im einzelnen nicht dargelegt werden soll, da sich an der Wirkungsweise insoweit nichts ändert. Bei einem Bodenventil für einen Zweirohrdämpfer kann jedoch vorgesehen sein, daß z.B. nur im Druckbetrieb eine beschleunigungsabhängige Änderung des Durchströmquerschnitts erzielt werden soll, während im Zugstufenbetrieb im Kolben eine Ventilanordnung angeordnet ist, die in der bereits beschriebenen erfindungsgemäßen Weise arbeitet und eine Einstellung des Strömungsquerschnitts ebenfalls in Abhängigkeit von der Massenbeschleunigung gewährleistet. Schließlich ist, wie auch schon erwähnt, denkbar, sowohl im Zug- als auch im Druckstufenbetrieb jeweils im Kolben und im Bodenventil erfindungsgemäß zu dämpfen und eine Strömungsquerschnittseinstellung vorzunehmen, wie dies anhand der Fig. 1 bis 3 erläutert wurde.

Es ist auch möglich, den einteiligen Ventilschieber 60 in zwei Ventilschieber aufzuteilen, von denen einer bei 60a in Fig. 4 gezeigt ist. Der Ventilschieber 60a ist von einem Steuerkolben betätigt, der eine erste Wirkfläche 72a und eine zweite Wirkfläche 74a aufweist, die gleich wirkend sind. Die erste Wirkfläche 72a ist mit dem Druck P_{ks} des Zylinderraums 54 gemäß Fig. 3 beaufschlagt. Die zweite Wirkfläche 74a ist mit dem Druck P_g des Speichers 56 nach Fig. 3 beaufschlagt. Die Ringnut 66a ist ebenfalls mit dem Speicher 56 verbunden, und der Ventilraum 71, der mit einer Einschnürung des Ventilschiebers 60a und des Steuerkolbens gebildet ist, ist mit dem Zylinderraum 54 verbunden. Die rechte Wirkfläche 76a des Ventilschiebers 60a ist mit dem Druck P_a des Ausgleichspeichers 80 nach Fig. 3 beaufschlagt. Auf diese Weise findet eine beschleunigungsabhängige Durchströmquerschnitteinstellung für eine Strömungsrichtung des Bodenventils statt. Mithin ist die Ventilanordnung nach Fig. 3 in zwei aufgeteilt, wobei in jeder Strömungsrichtung erfindungsgemäß gedämpft wird. Es ist aber auch denkbar, die Ventilanordnung nach Fig. 4 alleine für ein Bodenventil in einem Zweirohrschwingungsdämpfer einzusetzen,

während für die andere Strömungsrichtung z.B. ein Rückschlagventil vorgesehen ist. Für diesen Fall ist dann für die andere Betätigungsrichtung eine Drosselung des Dämpfungsmediums im Kolben des Zweirohrschwingungsdämpfers erforderlich, z.B. mit einem Ventil nach Fig. 1 oder Fig. 2 für eine oder beide Strömungsrichtungen mit einem Sperr- oder Rückschlagventil für Strömungsrichtungen.

In Fig. 5 soll lediglich schematisch angedeutet werden, daß eine Dämpfung in einem Kolbenventil nach dem Prinzip der Fign. 1 und 2 mittels eines Stufenkolbens, in beiden Verstellrichtungen nach Maßgabe des Verstellweges erfolgen kann. Der Verstellweg ist, wie oben schon beschrieben, von der Massebeschleunigung abhängig. Durch die gestrichelte Linie in Fig. 5 soll bei 73 angedeutet werden, daß statt des Stufenkolbens, wie er z.B. in Fig. 1 dargestellt ist, zwei glatte Kolben verwendet werden können wie sie in Fig. 6 gezeigt sind. Dies gilt für die Betätigung des Bodenventils.

In Fig. 6 soll äußerst schematisch angedeutet werden, wie die Ströme z.B. durch ein Kolbenventil bei der Verstellung des Dämpferkolbens aufgeteilt werden können. Die Aufteilung erfolgt über zwei Strömungswege mit den Strömungsmengen q_1 und q_2 , die durch ein Ventil 84 bzw. 86 geleitet werden mit Ventilschiebern 88, 90, wobei der Ventilschieber 88 auf der einen Seite vom Druck P_{ks} und auf der anderen Seite vom Druck P_{rs} beaufschlagt wird, d.h. von der Druckdifferenz am Dämpferkolben. Der Durchströmquerschnitt A_{v1} stellt sich nach Maßgabe der Verstellung des Ventilschiebers 88 ein. Der Ventilschieber 90 des Ventils 86 wird durch den Druck P_{ks} und den Druck P_a gegensinnig beaufschlagt. P_{ks} ist bekanntlich der Druck im Kolbenraum und P_a der Ausgleichsdruck etwa des Speichers 44 nach Fig. 1. Der Strömungsquerschnitt A_{v2} ergibt sich aus der Differenz der auf das Ventilglied 90 aufgebraachte Drücke. Die Auslegung des Ventils 86 ist derart, daß die Wirkungsweise der Feder (Aufbaufeder) abgebildet ist. Eine Ventilanordnung, wie sie in Fig. 6 angedeutet ist, hat unter Umständen den Vorteil, sehr klein zu bauen und ist daher relativ

leicht im Dämpferkolben unterzubringen. Wird der Ventilschieber 90 blockiert, arbeitet die Ventilanordnung wie bei einem herkömmlichen Schwingungsdämpfer.

In Fig. 7 ist der Ausgleichsdruckspeicher 44 bzw. 80 nach den Fign. 1 bzw. 3 wiedergegeben. Er ist mit dem Kolbenraum eines Schwingungsdämpfers nach der Zylinderkolbenanordnung oder auch mit dem Zylinderraum 54 nach Fig. 3 über eine Blende R_h konstanten Querschnitts verbunden. Parallel zur Blende R_h ist ein steuerbares Rückschlagventil 92 geschaltet, das von einem Elektromagneten 94 gesteuert wird. Nach Maßgabe der Ansteuerung des Elektromagneten 94 fließt mehr oder weniger Dämpfermedium über das Rückschlagventil 92 und verändert mithin den hydraulischen Widerstand, der durch die Parallelschaltung aus der Blende R_h und dem Ventil 92 gebildet ist. Das Steuersignal für den Elektromagneten kann in Abhängigkeit verschiedener Parameter gebildet werden, beispielsweise in Abhängigkeit davon, ob der Schwingungsdämpfer im Zugstufen- bzw. Druckstufenbetrieb betrieben wird oder auch in Abhängigkeit vom Lenkeinschlag und/oder der Bremspedalbetätigung des Fahrzeugs, das mit dem Schwingungsdämpfer ausgestattet ist.

In Fig. 8 sind zwei Dämpferkennlinien 96, 98 im sogenannten Konflikt diagramm zu erkennen. Sie bilden das Verhalten eines Schwingungsdämpfers ab, wobei die Massebeschleunigung in Abhängigkeit von der Radlastschwankung aufgetragen ist. Die Kennlinie 98 gibt die Kennlinie eines herkömmlichen Schwingungsdämpfers wieder, während die Kennlinie 96 das Verhalten eines Schwingungsdämpfers mit einem Bodenventil und/oder einen Kolbenventil nach der Erfindung wiedergibt. Man erkennt, daß der Auslegungspunkt für die Auslegung des Schwingungsdämpfers deutlich niedriger liegt als beim Stand der Technik. Dies bedeutet, daß bei gleichen dynamischen Radlasten ein Komfortgewinn erhalten wird. Bei gleichem Komfort und gleicher Sicherheit wird eine Verringerung der dynamischen Radlasten erhalten. Schließlich kann auch eine Vergrößerung der Aufbaufederkonstanten erhalten werden bei gleichem Komfort und gleicher Sicherheit. Darüber hinaus ist eine bessere

- 17 -

Längs- und Querdynamik möglich. Diese Eigenschaften werden, wie weiter oben schon erwähnt, mit geringen Steuermassen und demzufolge hoher Eigenfrequenz erhalten.

In Fig. 9 ist lediglich ein Beispiel für die Ausbildung eines erfindungsgemäßen Ventils in einem Dämpferkolben gezeigt.

Ein Dämpferkolben 110 eines nicht vollständig dargestellten Schwingungsdämpfers ist einem nicht gezeigten Zylinderrohr geführt, wobei es sich bei dem Schwingungsdämpfer um einen Einrohr- oder einen Zweirohrschwingungsdämpfer handeln kann. Der Kolben 110 ist mit einer Kolbenstange 112 verbunden. Dadurch ergibt sich ein Ringraum 114, und unterhalb des Kolbens 110 befindet sich ein Kolbenraum 116. Die wahlweise Verbindung zwischen Kolbenraum 116 und Ringraum 114 erfolgt mittels eines Ventilschiebers 118, der in einer axialen Bohrung des Kolbens 110 verschiebbar gelagert ist. Steuerkanten 120 und 122 des Ringschiebers 118 wirken mit Kanten von Nuten 124 bzw. 126 zusammen. Die Nuten 124, 126 stehen in Verbindung mit mindestens einem achsparallelen Kanal 128, der ständig mit dem Kolbenraum 116 in Verbindung steht. Ein Ventilraum 130, der durch die Einschnürung des Ventilschiebers 118 gebildet ist, steht über eine Querbohrung 132 und eine achsparallele Längsausnehmung 134 ständig mit dem Ringraum 114 in Verbindung.

Der Ventilschieber 118 weist eine axiale Durchbohrung 136 auf, in der mit Hilfe eines Einsatzes 138 eine Drossel angeordnet ist. In das obere Ende der Durchbohrung 136 ist eine Stange 140 eingeschraubt, die eine axiale Blindbohrung 142 aufweist, die über radiale Bohrungen 144 mit einem Volumen 148 in der Kolbenstange 122 verbunden ist, das Bestandteil eines nicht gezeigten Druckspeichers V_a , P_a ist. Eine Feder 150 stützt sich zum einen über einen Federring 152 am Kolben bzw. an einer Mutter 154 auf der Stange 140 und zum anderen über eine Scheibe 156 auf dem Ventilschieber 118 ab.

Mit dem Ventilschieber 118 ist ein Stufenkolben 158 verbunden, der eine erste Wirkfläche 160 und eine entgegengesetzt gerichtete Wirkfläche 162 aufweist. Die Wirkfläche 160 ist ständig dem Druck im Kolbenraum 116 ausgesetzt und die Wirkfläche 162 ist über Bohrungen 164 ständig mit dem Ringraum 114 verbunden. Mithin wirkt auf den Stufenkolben 158 ständig die Differenz aus den Drücken von Ringraum 114 und Kolbenraum 116. Auf den Ventilschieber 114 wirkt auch der Druck des Speichers 148, indem er das rechte Stirnende des Ventilschiebers 118 beaufschlagt. Mithin ist die beschriebene im konstruktiven Detail gezeigte Ventil-anordnung derjenigen gleich, wie sie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist.

In Fig. 10 soll die Wirkungsweise der Erfindung anhand eines Zweirohrschwingungsdämpfers erläutert werden, wobei das Außenrohr nicht gezeigt ist, vielmehr durch den Speicher 56 ersetzt ist, wie er in Fig. 3 dargestellt ist. Er ist über ein Rückschlagventil RS_B mit dem Kolbenraum 14 verbunden. Der Kolbenraum ist außerdem über ein Rückschlagventil RS_K mit dem Ringraum 12 verbunden. Ein erstes Kolbenventil $VK1$ und ein zweites Kolbenventil $VK2$ sind parallel geschaltet. Die Wirkungsweise der Kolbenventile $VK1$ und $VK2$ entspricht derjenigen nach den Fig. 5 und 6. Auf die Kolbenanordnung des Kolbenventils $VK2$ wirkt der Differenzdruck zwischen Ringraum 12 und Kolbenraum 14 und somit die Dämpferkraft, während mit der Kolbenanordnung des Kolbenventils $VK1$ die Federkraft abgebildet ist. Dies wurde weiter oben bereits erläutert. Das Bodenventil V_B in Fig. 10 gleicht dem Aufbau der Ventilanordnung nach Fig. 4. Die rechte Wirkfläche ist mit dem Ausgleichsdruck P_{aB} beaufschlagt, während die rechte Wirkfläche der Steuerkolbenanordnung des Kolbenventils $VK1$ mit dem Ausgleichsdruck P_{ak} beaufschlagt ist. Die linke Wirkfläche der Kolbenventile $VK1$ und $VK2$ sind über Blenden R_{hD1} und R_{hD2} an den Kolbenraum 14 angeschlossen. Der Ausgleichsdruck P_{aB} ist über eine Blende R_{hDB} aufgeschaltet.

Das Ausgleichsvolumen V_g und die Druckquelle B_g können im Ringraum zwischen Außen- und Innenrohr des nicht vollständig dargestellten Schwingungsdämpfers plaziert werden. Die Bodenventilgruppe besteht aus Rückschlagventil RS_B und Bodenventil V_B , und die Kolbenventilgruppe aus Rückschlagventil RS_K und den beiden Kolbenventilen $VK1$ und $VK2$.

Nachstehend wird die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung nach Fig. 10 beschrieben. Zunächst wird die Druckstufe erläutert. Über RS_K kann das Medium mit geringem Widerstand vom Kolbenraum 14 in den Ringraum 12 strömen. Die Drücke P_{ks} und P_{rs} sind annähernd gleich groß. Die Kolbenzylinderanordnung kann als Plunger-Zylinder angesehen werden. Die Dämpfung findet nur im Bodenventil VB statt.

In der Zugstufe Z kann das Fluid nahezu verlustlos vom Speicher 56 in den Kolbenraum 14 über das Rückschlagventil RS_B fließen. Die Drücke P_g und P_{ks} sind nahezu gleich. Die Kolbenzylinderanordnung wirkt als Differentialzylinder, wobei die Zugdämpfung in den Kolbenventilen $VK1$ und $VK2$ stattfindet. Das durch $VK1$ strömende Fluid ist ein Maß für den Federkraftanteil und das durch $VK2$ strömende Fluid ein Maß für den Dämpfungskraftanteil. Die Abmessungen, Ventildfedern und Strömungsquerschnitte müssen naturgemäß aufeinander abgestimmt sein.

Die Anordnung nach Fig. 10 hat den Vorteil, daß die Ventile RS_B , RS_K und $VK2$ in bekannter Ausführung als Federplattenventile ausgeführt werden können und das Kolbenventil $VK1$ mit dem Ausgleichsvolumen im Inneren der hohlen Kolbenventilstange angeordnet werden kann, wie bereits anhand von Fig. 9 beschrieben.

Außerdem können die Kolbenventile $VK1$ und $VK2$ durch eine Ventilanordnung ersetzt werden, wie sie in Fig. 2 dargestellt und vorstehend beschrieben ist.

- 20 -

Zur Dämpfung der Bewegung der Steuerkolben der Kolbenventile VK1 und VK2 und V_B sind, wie bereits erwähnt, die Strömungswiderstände R_{hD1} , R_{hD2} und R_{hB} vorgesehen, die z.B. durch einfache Blenden dargestellt werden können. Strömungswiderstände R_{hD1} und/oder R_{hB} können auch veränderlich sein, wie weiter oben bereits beschrieben wurde.

Schließlich ist auch denkbar, das Bodenventil V_B aufzuteilen in zwei einzelne Ventile, wie dies auch in Verbindung mit Fig. 3 erläutert wurde.

Ansprüche:

1. Steuerbares Kolbenventil für einen Schwingungsdämpfer in Kolbenzylinderanordnung mit den folgenden Merkmalen:
 - ein den Durchströmquerschnitt steuerndes Kolbenventilglied (22, 22a) wird von einem als Differentialkolben ausgebildeten Steuerkolben (32) betätigt, dessen entgegengesetzt gerichtete Wirkflächen (34, 36) mit dem Druck von Kolben- und Ringraum (14, 12) des Zylinders beaufschlagt werden,
 - der Steuerkolben (32) und/oder das Ventilglied wird entgegen der größeren Wirkfläche (34) zusätzlich mit dem Druck (P_a) einer Druckquelle belastet, die von der Kombination eines fluidischen Widerstands (R_{ha}) und einer fluidischen Kapazität (44) gebildet und die vom Druck im Kolben- oder Ringraum (14, 12) des Zylinders gespeist ist.
2. Steuerbares Kolbenventil für einen Schwingungsdämpfer in Kolbenzylinderanordnung mit den folgenden Merkmalen:
 - zwei jeweils einen Durchströmquerschnitt steuernde Kolbenventilglieder (84, 86), die jeweils von zwei Steuerkolbenabschnitten betätigbar sind,
 - die Wirkflächen der Steuerkolbenabschnitte des ersten Kolbenventilglieds sind mit dem Kolben- und Ringraum der Kolbenzylinderanordnung verbunden und
 - die Wirkflächen der Steuerkolbenabschnitte des zweiten Kolbenventilglieds sind mit dem Kolbenraum bzw. einer Druckquelle verbunden, die von der Kombination eines fluidischen Widerstands (R_{ha}) und einer fluidischen Kapazität gebildet und die vom Druck im Kolben- oder Ringraum (14, 12) der Kolbenzylinderanordnung gespeist ist.

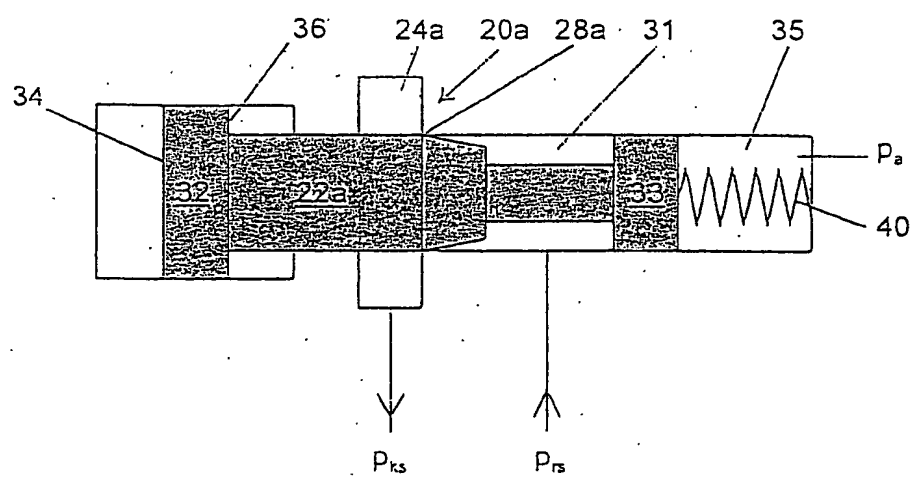
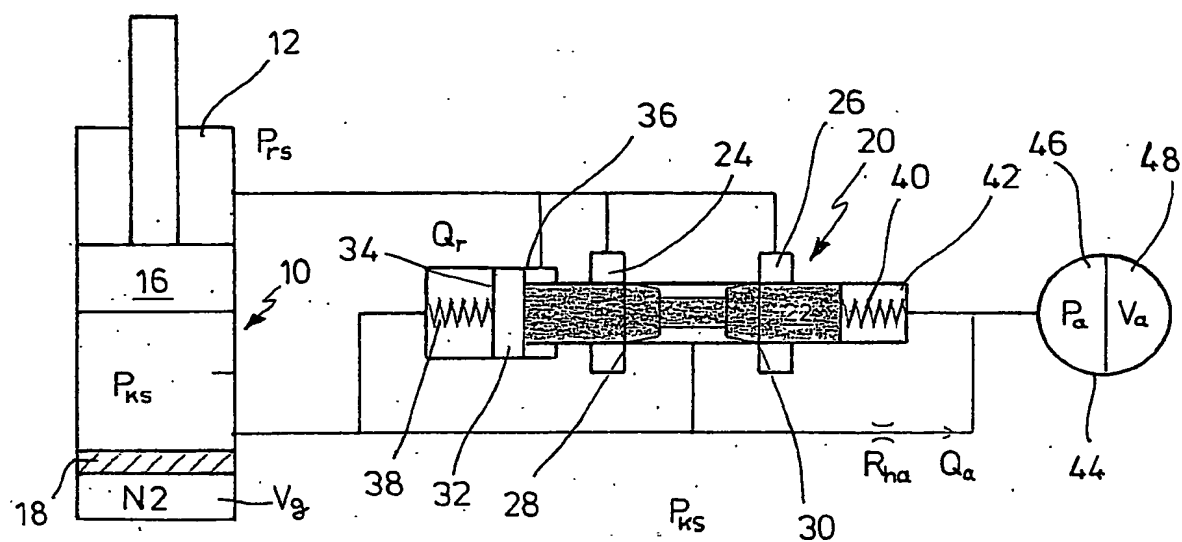
- 22 -

3. Kolbenventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum ersten Kolbenventilglied ein zweites Kolbenventilglied angeordnet ist, das ebenfalls von einem als Differentialkolben ausgebildeten Steuerkolben betätigt ist, dessen entgegengesetzte Wirkflächen mit dem Druck von Kolben- und Ringraum des Zylinders beaufschlagt werden.
4. Kolbenventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es als Zweiwegeventil mit einem einteiligen Kolbenventilschieber (22) mit zwei Steuerflächen oder -kanten (28, 30) ausgebildet ist, wobei der Kolbenventilschieber (22) von dem Steuerkolben (32) und dem Druck (P_a) der Ausgleichsdruckquelle beaufschlagt ist.
5. Steuerbares Bodenventil für einen Schwingungsdämpfer im Kolbenzylinder- oder Plungerzylinderbauweise mit Speicher, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - ein den Durchströmquerschnitt steuerndes Bodenventilglied (60, 60a) wird von einem als Stufenkolben ausgebildeten Steuerkolben betätigt,
 - der Steuerkolben weist eine erste Wirkfläche (72, 72a) auf, die mit dem Druck im Kolbenraum oder im Plungerraum (54) beaufschlagt ist,
 - der Stufenkolben weist eine zweite Wirkfläche (74, 74a) auf, die mit dem Druck des Speichers (56) beaufschlagt ist, wobei beide Wirkflächen gleichgerichtet sind,
 - auf das Bodenventilglied (60, 60a) oder den Steuerkolben wirkt entgegen den Wirkflächen ein Druck (P_a) einer Druckquelle, die von der Kombination eines fluidischen Widerstands (R_{ha}) und einer fluidischen Kapazität (80) gebildet und von dem Druck im Kolben- oder Plungerraum oder dem Druck des Speichers (56) gespeist ist.

6. Bodenventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum ersten Bodenventilglied (60a) ein zweites Bodenventilglied angeordnet ist, das von einem Stufenkolben betätigt wird, dessen gleichgerichtete Wirkflächen mit dem Druck von Kolben- bzw. Plungerraum und Speicher beaufschlagt werden.
7. Bodenventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es als Zweiwegeventil mit einem einteiligen Bodenventilschieber (60) mit zwei Steuerflächen oder -kanten (62, 64) ausgebildet ist, wobei der Bodenventilschieber (60) von dem Steuerkolben und der Druckquelle betätigt ist.
8. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt des fluidischen Widerstands veränderbar ist.
9. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt in Abhängigkeit vom Druckstufen- oder Zugstufenbetrieb geändert wird.
10. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt in Abhängigkeit vom Lenkeinschlag und/oder der Bremspedalbetätigung eines Fahrzeugs geändert wird.
11. Bodenventil nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der fluidische Widerstand ein Magnetventil (94, 92) aufweist.
12. Ventil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetventil (92, 94) parallel zu einer konstanten Blende (R_h) geschaltet ist.
13. Ventil nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch seine Anwendung auf einen Zweirohrschwingungsdämpfer.

- 24 -

14. Ventil nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenventilschieber in einem Dämpferkolben (110) verschiebbar gelagert ist und durch eine Federanordnung (150) in Neutralstellung gehalten ist, ein Durchgang (136) durch den Ventilschieber (118) mit Drossel (138) den fluidischen Widerstand bildet, der mit einem Speichervolumen (148) in der Kolbenstange (112) in Verbindung steht.
15. Steuerbares Kolbenventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß Steuerkolben und Kolbenventil (22b) an einer einteilig ausgebildeten Kolbenanordnung ausgebildet sind, die in einer Bohrung von gleichem Durchmesser angeordnet ist, ein erster den Durchströmquerschnitt steuernder Kolbenabschnitt eine erste Wirkfläche (34) aufweist, eine entgegengesetzt gerichtete zweite Wirkfläche an einem Kolbenabschnitt (33b) ausgebildet ist, welche dem Druck P_a der Druckquelle (44) belastet ist, wobei in einem durch eine Einschnürung gebildeten Ventilraum (31b) der Ringraum (14) der Kolbenzylinderanordnung (10) verbunden ist und seinerseits über mindestens eine radiale Bohrung (200) in der Kolbenanordnung mit einer Innenbohrung (202) in Verbindung steht und in die Innenbohrung ein Kolbenabschnitt (204) hineinragt, der ortsfest in dem Teil der Bohrung angebracht ist, der dem Druck der Druckquelle (44) ausgesetzt ist.



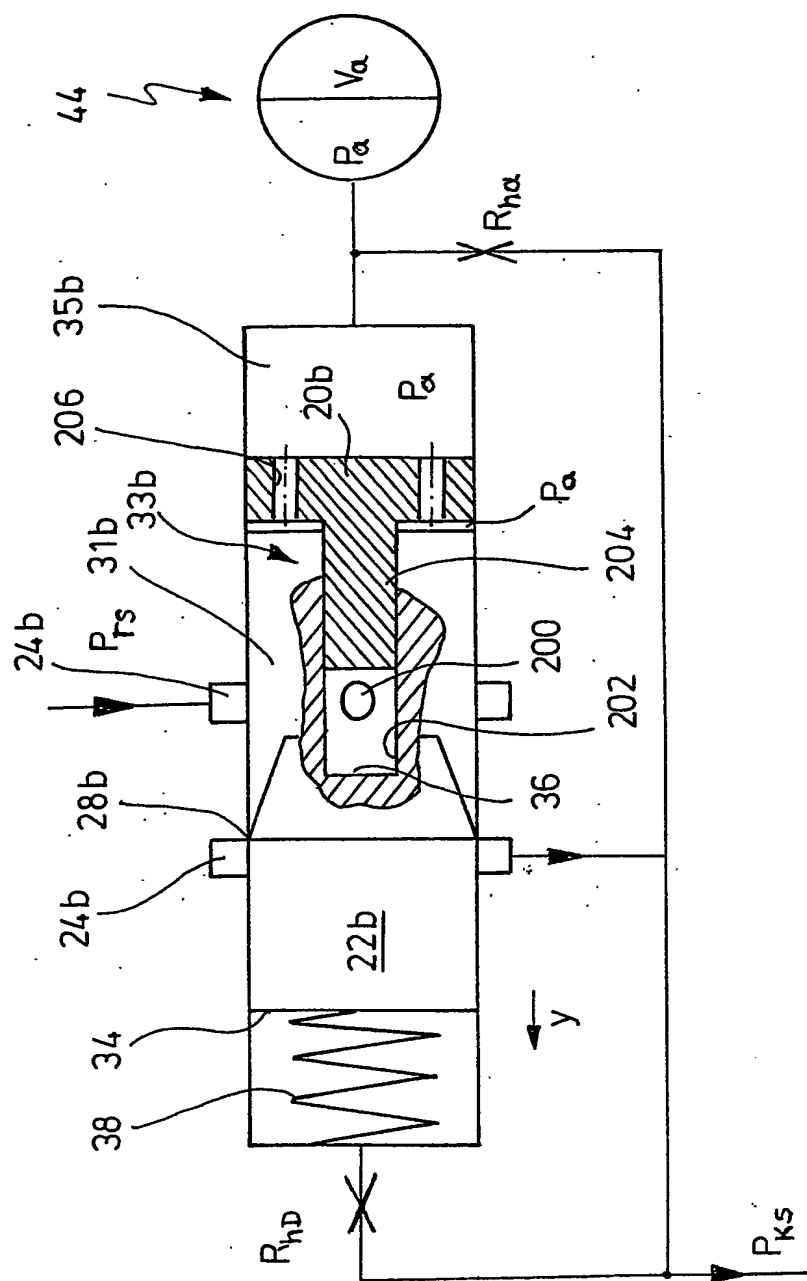


FIG. 2a

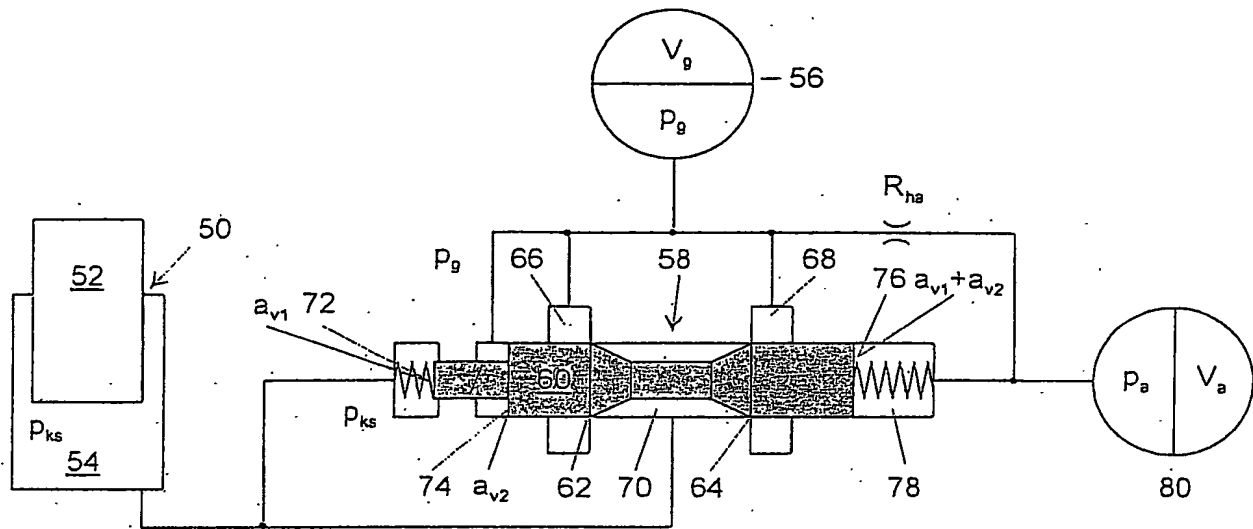


Fig. 3

Fig. 4

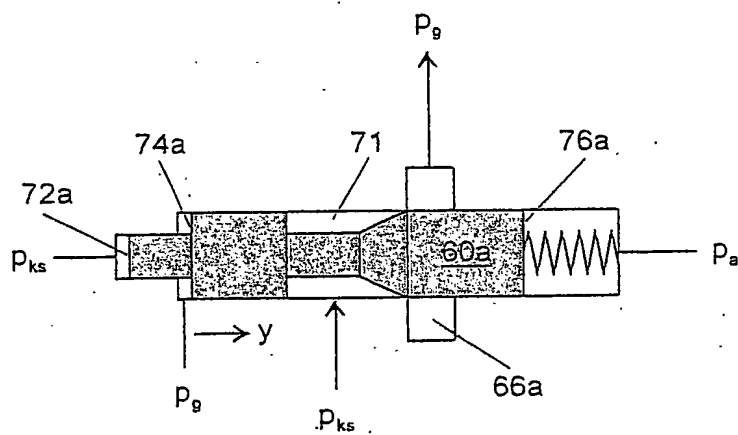


Fig. 5

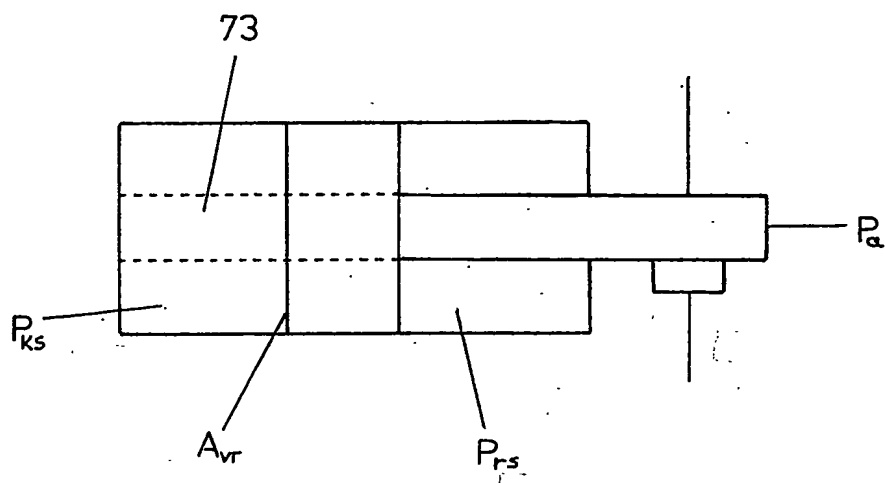


Fig. 6

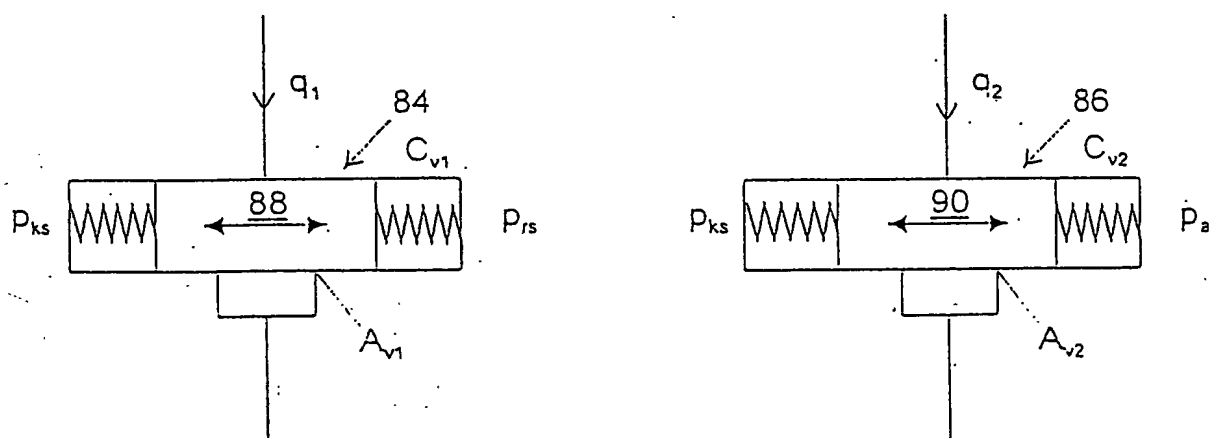


Fig. 7

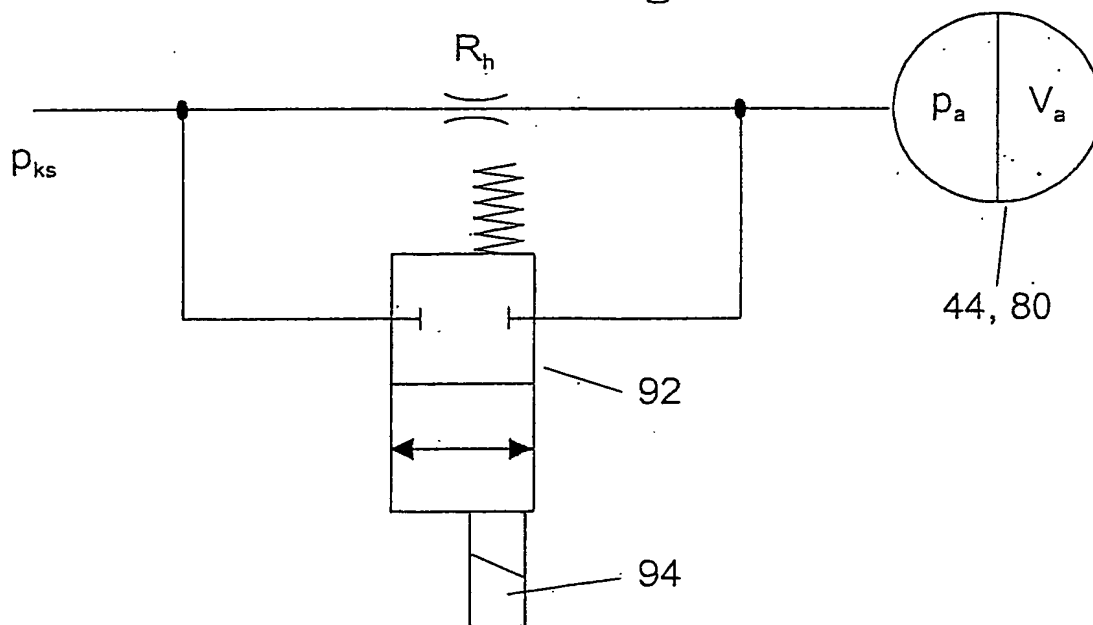


Fig. 8

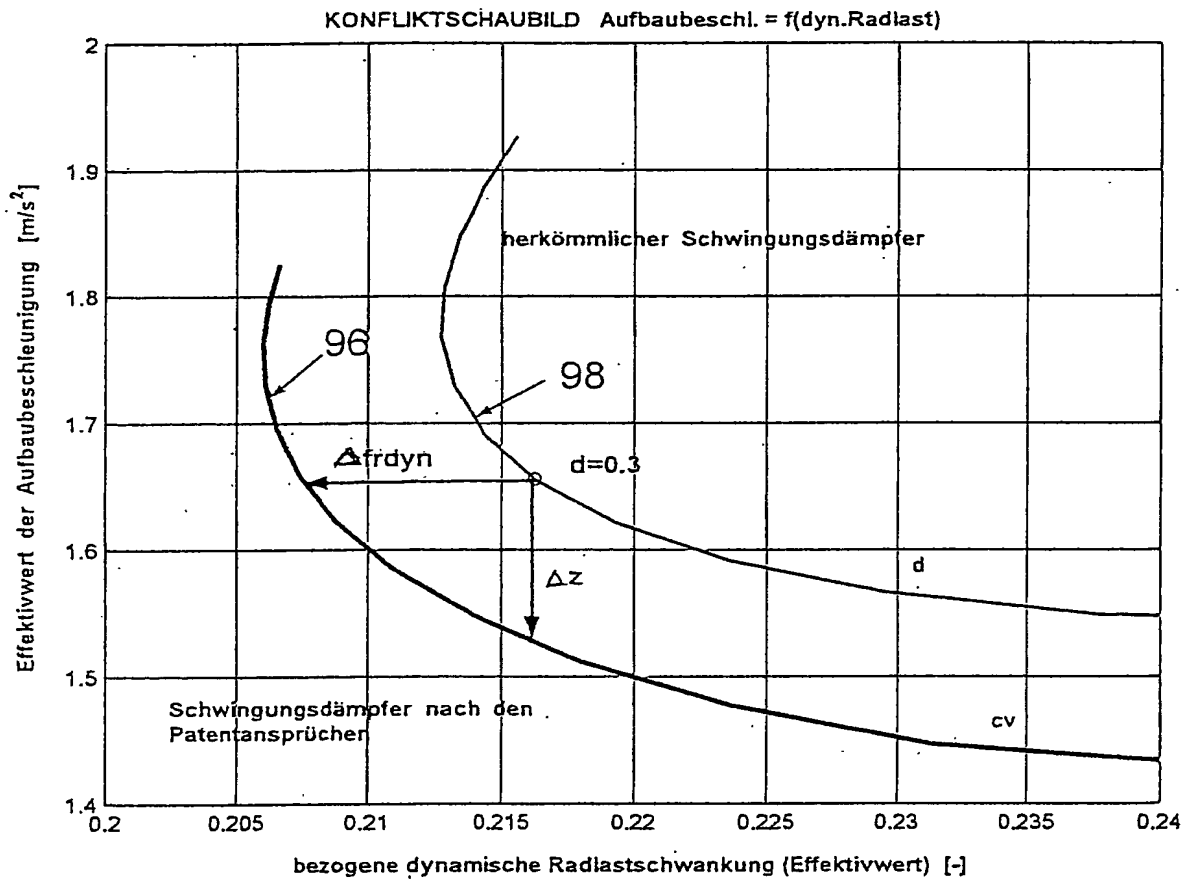
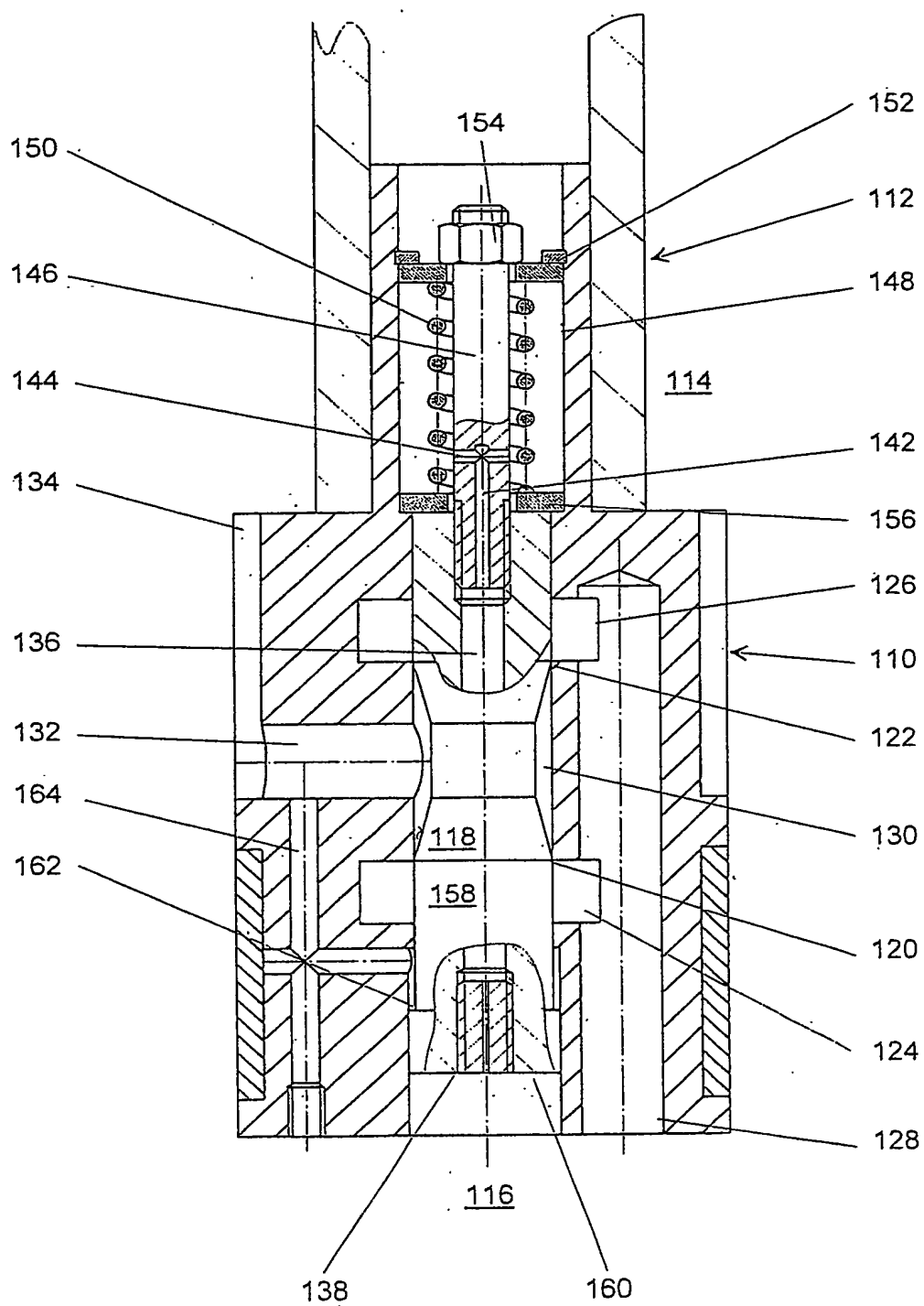
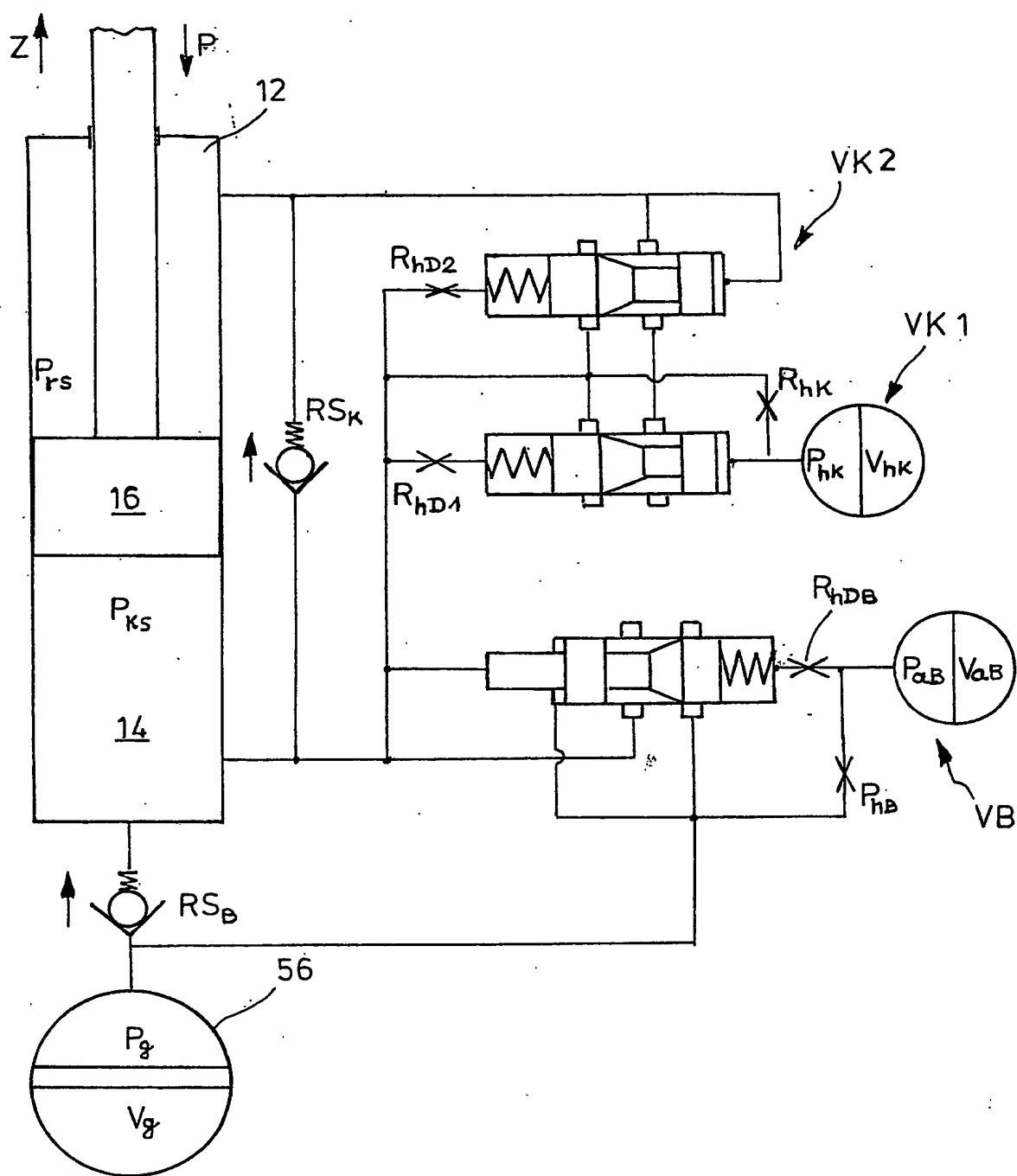


Fig. 9



FIG.10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16F9/504

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16F B60G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 39 39 485 A (DAUMANN RAINER DIPL ING) 5 April 1990 (1990-04-05) column 1, line 46 -column 2, line 40; figures 1-19	1-15
A	DE 38 23 043 A (BOSCH GMBH ROBERT) 11 January 1990 (1990-01-11) column 4, line 3 -column 10, line 50; figure 1	1-15
A	DE 27 10 440 A (BAAS TECHNIK GMBH) 14 September 1978 (1978-09-14) page 12, line 1 -page 36, line 33; figures 1-10	1-15
A	DE 15 55 382 A (FRIESEKE & HOEPFNER GMBH) 27 August 1970 (1970-08-27) page 3, line 1 -page 3, line 37; figure 1	1-15



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 December 2003

Date of mailing of the international search report

16/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Prussen, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP 03/08953

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3939485	A	05-04-1990	DE 3939485 A1	05-04-1990
DE 3823043	A	11-01-1990	DE 3823043 A1	11-01-1990
			FR 2635298 A1	16-02-1990
			SE 8902455 A	19-04-1990
DE 2710440	A	14-09-1978	DE 2710440 A1	14-09-1978
DE 1555382	A	27-08-1970	DE 1555382 A1	27-08-1970

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08953

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16F9/504

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16F B60G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 39 39 485 A (DAUMANN RAINER DIPL ING) 5. April 1990 (1990-04-05) Spalte 1, Zeile 46 -Spalte 2, Zeile 40; Abbildungen 1-19	1-15
A	DE 38 23 043 A (BOSCH GMBH ROBERT) 11. Januar 1990 (1990-01-11) Spalte 4, Zeile 3 -Spalte 10, Zeile 50; Abbildung 1	1-15
A	DE 27 10 440 A (BAAS TECHNIK GMBH) 14. September 1978 (1978-09-14) Seite 12, Zeile 1 -Seite 36, Zeile 33; Abbildungen 1-10	1-15

-/--



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Prussen, J

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08953

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 15 55 382 A (FRIESEKE & HOEPFNER GMBH) 27. August 1970 (1970-08-27) Seite 3, Zeile 1 -Seite 3, Zeile 37; Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1-15

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/08953

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3939485	A	05-04-1990	DE	3939485 A1	05-04-1990
DE 3823043	A	11-01-1990	DE	3823043 A1	11-01-1990
			FR	2635298 A1	16-02-1990
			SE	8902455 A	19-04-1990
DE 2710440	A	14-09-1978	DE	2710440 A1	14-09-1978
DE 1555382	A	27-08-1970	DE	1555382 A1	27-08-1970